



-1-

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-284234

(43) 公開日 平成11年(1999)10月15日

(51) Int.Cl.⁶
H 0 1 L 33/00

識別記号

F I
H 0 1 L 33/00

N

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平10-84574

(22) 出願日 平成10年(1998)3月30日

(71) 出願人 000226057

日亜化学工業株式会社

徳島県阿南市上中町岡491番地100

(72) 発明者 為本 広昭

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化

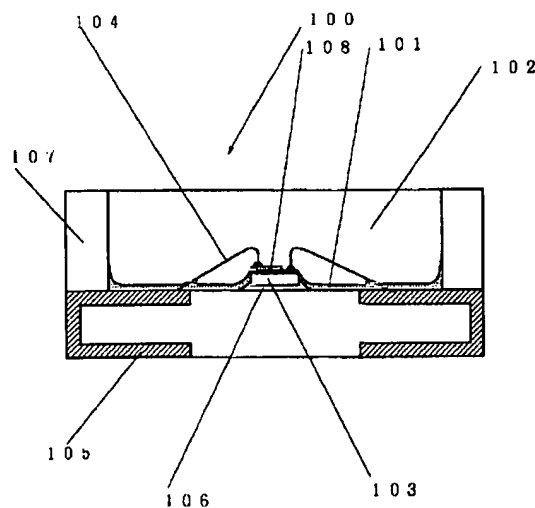
学工業株式会社内

(54) 【発明の名称】 発光装置

(57) 【要約】

【課題】 各種インジケータ、ディスプレイ、光プリンターの書き込み光源やバックライト用光源などに利用可能なLEDチップを用いた発光装置に係わり、特にLEDチップからの光取り出し効率をより向上させた発光装置を提供することにある。

【解決手段】 平滑な凹部を有するパッケージの底面にLEDチップが配置された発光装置において、LEDチップ周囲の底面上に光散乱層と、凹部にLEDチップを保護する透光性封止樹脂とを有する発光装置である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 平滑な凹部を有するパッケージの底面にLEDチップが配置された発光装置において、前記LEDチップ周囲の凹部底面上に配置された光散乱層と、前記凹部内にLEDチップを保護する透光性封止材を有することを特徴とする発光装置。

【請求項2】 前記光散乱層の厚みは、LEDチップの凹部底面上から発光層まで高さよりも薄い請求項1に記載の発光装置。

【請求項3】 前記光散乱層はLEDチップの発光色と略同一に着色してある請求項1に記載の発光装置。

【請求項4】 前記LEDチップは、サファイア基板上に活性層を介してダブルヘテロ構造とした窒化物半導体からなる請求項1に記載の発光装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は各種インジケータ、ディスプレイ、光プリンターの書き込み光源やバックライト用光源などに利用可能なLEDチップを用いた発光装置に係わり、特にLEDチップからの光取り出し効率をより向上させた発光装置を提供することにある。

【0002】

【従来技術】今日、種々の光源として利用されているものの一つにLEDチップが挙げられる。LEDチップは半導体発光素子であり玉切れがなく、ON/OFF駆動特性に優れている。また、低消費電力であり、単色性ピーク波長を持つため種々の分野に利用されている。このようなLEDチップは通常、約300μm角程度と極めて小さい。そのため搭載基板への配置、電気的接続など取扱い易さや光利用効率を向上させる目的などから、外部との導通が可能なリード電極が埋め込まれたパッケージ内部にLEDチップを配置させたチップタイプLEDなどが利用されている。

【0003】具体的には図4の如く、LEDチップ403を外部から保護する外囲器として液晶ポリマ中にリード電極405が埋め込まれたパッケージ407が用いられている。パッケージ407には凹部があり、内部にリード電極405の一部が露出している。露出したリード電極405の一部と、パッケージ内部にダイボンド樹脂406で固定されたLEDチップ403の電極とは金線404などによって電気的導通が取られている。パッケージ407の凹部内にはLEDチップ403を保護するために透光性エポキシ樹脂402で被覆されている。こうして形成されたチップタイプLED400に電流を供給すると、LEDチップ403が発光し、LEDチップ403から透光性封止材402を介してチップタイプLED400の外部へ直接、或いは一旦パッケージの底面や側面に反射してパッケージの外部へ光が放出される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】LEDチップ403が

発光した光の内、パッケージ407の凹部底面側に向かった光は、平滑な金属リード電極405や平滑なパッケージの底面により反射され透光性エポキシ樹脂402を介して発光装置の外部に効率よく取り出される。

【0005】しかしながら、低消費電力でより高い光取り出し効率が求められる今日においては、上記構成の発光装置では十分ではなく更なる光取りだし効率の向上が求められている。したがって、本発明は上記問題点を解消し、より光取りだし効率の高い発光装置を形成したものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は平滑な凹部を有するパッケージの底面にLEDチップが配置された発光装置において、LEDチップ周囲の凹部底面上に配置された光散乱層と、凹部内にLEDチップを保護する透光性封止材を有するものである。この比較的簡単な構成によって、LEDチップから放出された光を効率よく前面に反射するパッケージ底面やリード電極の表面と、透光性封止材により全反射された光を散乱・拡散させ効率的に外部に取り出す光散乱層とに機能分離させる。これにより発光装置からの光取りだし効率を高めるものである。即ち、LEDチップから放出される光は本来鏡面状が反射率が高い。しかしながら、透光性封止材によりLEDチップからの光が全反射され閉じ込められるものがある。本発明は、LEDチップの真下方向は平坦な反射面とすると共に透光性樹脂によって全反射される光を光散乱層で散乱・拡散させたものである。

【0007】本発明の請求項2に記載の発光装置は、光散乱層の実質的な厚みがLEDチップの凹部底面上から発光層まで高さよりも薄いものである。これにより、発光層の端部より放出される発光輝度を低下させることがない。また、臨界反射される光を選択して外部取りだし効率を高めることができる。

【0008】本発明の請求項3に記載の発光装置は、光散乱層がLEDチップの発光色と略同一に着色しているものである。これにより、パッケージ内においてLEDチップが点状に発光することがない。つまり、非点灯時と同様に点灯時においても開口部全体にLEDチップが配置されている如く発光部をより大きく観測することができる。

【0009】本発明の請求項4に記載の発光装置は、LEDチップがサファイア基板上に活性層を介してダブルヘテロ構造とした窒化物半導体からなるものである。これによって、光取りだし効率を飛躍的に向上させ得る発光装置とすることができる。

【0010】

【発明の実施の形態】本発明者は種々の実験の結果、LEDチップが配置されるパッケージの底面にLEDチップからの光を散乱させる光散乱層を配置することによって発光効率が急激に良くなることを見出し本発明を成す

に至った。

【0011】即ち、本発明はLEDチップから放出される光の行路によって発光装置の構造を変えることにより光取りだし効率を高めたものである。

【0012】より具体的に述べれば、図2は本発明と比較のために示した発光装置の一例でLEDチップより臨界角以上の角度 θ で出射された光の経路を模式的に示したものである。模式的に見たLEDチップの発光点203より出射された臨界角以上の角度を有する光208は、透光性封止材202と外部との界面で入射角と同一角度で対称方向に臨界角反射される。臨界角反射された光209はリード電極やパッケージ底面に入射し、この表面にて入射と同一角度で対称方向に反射される。

【0013】この光210は再び同一角度で透光性封止材と外部との界面に入射し、臨界角反射してパッケージ内部方向に向かう。このように、パッケージの底面或いはリード電極に角度的な変化がなく実質的に平滑面である限り、臨界角以上でLEDチップより出射された光208の行路は透光性封止材203の内部を透過し、透光性封止材202の界面及びリード電極やパッケージ底面での反射を繰り返す。この間、透光性封止材202の透過率やリード電極、パッケージ底面の反射率が完全に1であるものがない。そのため、透過、反射が各1回繰り返されるたびに $(1 - \text{透過率} \times \text{反射率})$ で光が吸収、消滅してしまう。樹脂透過率が高いものでも約90%程度、反射率も高反射金属材料でも約90%程度であるため、3回透過反射を繰り返せば臨界角以上の出射光のうち50%以上の光が消滅する。

【0014】図3は本発明の発光装置において、図2と同様にLEDチップより臨界角以上の角度で出射された光の行路を模式的に示したものである。

【0015】模式的に見たLEDチップの発光点303から臨界角以上の角度 θ で出射された光は、透光性封止材302と外部との界面で臨界角反射され内部に向かい、散乱・拡散反射性を有する光散乱層301に達する。光散乱層301に達した光は、散乱・拡散及び反射して半球状の光の行路310に散乱反射する。散乱光のうち臨界角以下の光302は、そのまま透光性封止材302から外部に取り出される。また、散乱光の臨界角以上の光も透光性封止材302と外部との界面で臨界角反射するものの、再び光散乱層301に到達すれば上述と同様に散乱・拡散反射される。そのため臨界角反射した光の大部分は外部に取り出される。

【0016】一方、LEDチップ303から真下方向に向かった光311は、平坦な面で効率よく反射され透光性封止材302を介して外部に取り出される。このように本発明では、一旦LEDチップ303から放出された光のうちLEDチップが配置されたパッケージ底面側方向に向かう光及びパッケージ側壁方向に向かう光をそれぞれ別々に有効利用することにより発光効率を高めたも

のである。なお、本発明での臨界角とは透光性封止材と外部空間の間の臨界角 α を指し、次のように定義される。臨界角 $\alpha = \sin^{-1}(n_2/n_1)$ 、ここで n_1 = 透光性封止材の屈折率、 n_2 = 外部空間の屈折率である。

【0017】また、LEDチップがダブルヘテロ構造のLEDチップでは電流を閉じ込めるために半導体の組成を変えてある。そのため、発光層と、発光層を挟んだクラッド層との屈折率が異なる。このことから発光層で生じた光が一種の導波管の如き役割を果たす。そのため、発光層の端部から放出される光が多くなる。この端部から放出される光を有効に利用できるかどうか、光利用効率に大きく寄与することとなる。

【0018】さらに、窒化物半導体を利用したLEDチップは結晶成長が難しいこと、窒化物半導体の物性から一般にサファイア上に形成される。このため、サファイア基板上に形成された半導体積層面側に正極及び負極の電極を形成する。また、発光層上のほぼ前面を覆う全面電極を形成する。このようなオーミック接触を取れる電極材料は限られており、この金属電極層を介して光が取り出される。金属電極層を薄膜とすることによって透光性を持たせているため、どうしても金属電極層に反射される光がある。そのため、窒化物半導体を利用したLEDチップは横方向の光の漏れが大きくなる傾向にある。以下、本発明の一実施形態を示す。

【0019】発光装置の製造は、先ずパッケージの凹部内に発光素子としてAlGaInPからなるLEDチップをダイボンド機器を用いてAgペーストでマウントする。なお、Agペーストと接触するLEDチップの裏面電極は平滑かつLEDチップの光を効率よく反射する金属電極とさせてある。マウントされたLEDチップの発光面側の電極とパッケージのリード電極とをワイヤボンディング機器を用いてワイヤボンダさせる。次に拡散材が混入された樹脂をLEDチップ周辺のパッケージの凹部内に注入する。

【0020】拡散材は注入後、流動してパッケージの底面を覆う。拡散材含有の樹脂を硬化させた後、透光性封止材の樹脂を注入硬化させて本発明の発光装置が完成する。これによって、光取りだし効率の高い発光装置とすることができる。以下、本発明の構成部材について詳述する。

【0021】(光散乱層101) 本発明の光散乱層101とはLEDチップ103から横方向のベクトルを持って放出された光を透光性封止材102内で導波させることなく外部に取り出すためのものである。したがって、LEDチップ103の周辺に配置されLEDチップ103からの光を効率よく散乱・拡散反射できるものであればよい。具体的には、酸化チタン、チタン酸バリウム、酸化アルミニウム、酸化珪素、酸化チタン、酸化亜鉛、金属片や種々の蛍光体など光散乱・拡散性の無機部材が挙げられる。さらには、無機部材に変えてメラミン樹脂

脂、CTUグアナミン樹脂やベンゾグアナミン樹脂などの有機樹脂を利用することもできる。

【0022】光散乱・拡散性の無機部材が含有される樹脂としては、LEDチップ103からの光に対して透光性が高く、拡散材、透光性封止材102及びパッケージ107との密着性及び耐熱性が高いことが望ましい。このような樹脂として、具体的にはシリコン系、エポキシ系やアクリル系樹脂などが好適に用いられる。光散乱層101は、あらかじめLEDチップ103が配置されたパッケージ107の凹部に流し込み硬化させることで比較的簡単に形成させることができる。光散乱層101を構成する樹脂の粘度を低くするとパッケージ107の凹部内に広がり易い。そのため、パッケージ107の底面だけでなくパッケージの凹部を構成する側面やLEDチップ103の側面まで這い上がる。

【0023】窒化物半導体を利用したLEDチップ103は、発光層の端面から放出される光が多いため、端面から放出される光を有効よく利用することは特に大きな効果がある。パッケージ107底面からのLEDチップ103の発光層の高さが光散乱層101の厚みよりも高ければ、端面から放出される光は有効に放出される。その後、透光性樹脂102と外部との界面で全反射した光などが光散乱層で等方的に放出される。

【0024】また、光散乱層が部分的には這い上がってLEDチップの発光層を薄く覆う場合は、LEDチップ端面から等方的に放出されやすくなるためより光を有効に利用することもできる。この場合も、光散乱層の厚さは発光層の高さよりも薄くなる。この這い上がりは、光散乱層を構成する樹脂の粘度を調節することによりある程度制御することができる。このような光散乱層は、平滑なパッケージ上に光散乱層を形成させるだけの比較的簡単な構成で均一な発光を得ることができる。

【0025】(透光性封止材102) 透光性封止材102は、パッケージ107の凹部内に設けられるものであり、LEDチップ103からの光を効率よく外部に透過させると共に外力、塵芥などからLEDチップ103やワイヤ104などを保護するものである。このような透光性封止材102としてはエポキシ樹脂、シリコン樹脂やアクリル樹脂等が好適に用いられる。透光性封止材102中にはLEDチップ103からの光に対してフィルター効果などを有する着色染料や着色顔料で添加することができる。

【0026】(LEDチップ103) LEDチップ103はMOCVD法や液相成長法などにより、GaP、GaAlAs、GaAlInP、InN、GaN、AlN、InGaP、InGaAlNなどの半導体発光層を基板上に積層させることにより形成することができる。LEDチップの構造としてはMIS接合、PIN接合やpn接合などを有するホモ構造、ヘテロ構造、ダブルヘテロ構造のものが挙げられる。特に活性層を介してダブル

ヘテロ構造のものは、活性層108で発生した光が活性層内を導波管の如く伝搬し活性層の端面から放出されやすい。そのため、本発明の効果が大きい。

【0027】同様に、窒化物半導体($\text{In}_x\text{Ga}_y\text{Al}_{1-x-y}\text{N}$, $0 \leq x$, $0 \leq y$, $0 \leq x+y \leq 1$)は、結晶成長が難しく絶縁性のサファイア基板上に形成される。サファイア基板上に形成された窒化物半導体に電力を供給するためには正極及び負極を同一面側に形成せざるを得ず、オーミック接触かつ、効率的に電流を注入させるためには透光性の電極として金薄膜などが用いられる。このような電極は薄膜にして透光性を持たせているものの金属からなるが故にLEDチップの活性層で生成した光は部分的に反射される。そのため、窒化物半導体を利用したLEDチップは特に端部から放出される光が多く本発明の効果が大きい。

【0028】このようなLEDチップ103はパッケージ107上にダイボンド機器を用いてマウントすることができる。また、LEDチップ上に設けられた電極と、ワイヤ104等を利用して電気的に接続させることができる。

【0029】(パッケージ107) パッケージ107は、LEDチップ103を配置させ外部からの電流をLEDチップ103に供給するリード電極105が設けられたものである。このようなパッケージ107の具体的材料としては、セラミックス、液晶ポリマーやPBT樹脂等の絶縁性支持部材が好適に挙げられる。パッケージ107には、LEDチップ103からの光を効率よく取り出すために側壁を持ったものが好適に挙げられる。

【0030】樹脂によりパッケージ107をモールド成形させる場合は、内部に配置されるLEDチップ103に電力を供給するリード電極105をインサート成形などで比較的簡単に形成することができる。リード電極105はニッケル等のメタライズ或いはリン青銅等の電気良導体により形成することができる。LEDチップ103からの光の反射性を向上させるために、リード電極105の表面に銀、アルミニウム、銅や金等の平滑な金属メッキを施すこともできる。LEDチップ103からの光を効率よく反射させるためにパッケージ107を構成する樹脂にチタン酸バリウムなどの白色顔料などを混合させることができる。

【0031】セラミックによりパッケージ107を構成させる場合は、セラミック焼成前の原料となるグリーンシート上に所望のパターンで高融点金属を含有した導電性ペーストを印刷する。グリーンシートを複数重ね合わせパッケージ形状にさせた後に焼成してセラミックパッケージを形成する。導電性ペーストは焼成時に樹脂成分が飛び外部との電気的接続が可能な電極層として残る。

【0032】なお、平滑なパッケージ底面とは、鏡面の如く一定方向から入射したLEDチップ103からの光の大部分を特定方向に反射可能な平面を言う。このよう

な平面上に配置されたLEDチップ103から放出される縦方向の光は、効率よく前面に放出することができる。以下、本発明の具体的実施例について詳述するが、これのみに限定されるものでないことは言うまでもない。

【0033】

【実施例】チップタイプLEDとして、青色(470nm)が発光可能な窒化物半導体を発光層に持ったLEDチップを樹脂パッケージに配置させた。LEDチップはサファイア基板上に窒化ガリウムからなるバッファ層、GaNからなるn型コンタクト兼クラッド層、GaAlNからなるp型クラッド層、GaNからなるp型コンタクト層が積層されたものである。n型コンタクト層及びp型クラッド層との間には単一量子井戸構造となるInGaN層が形成されている。サファイア基板上に形成された半導体層側から正極及び負極の電極を形成させるために窒化物半導体の一部をエッチングさせてn型コンタクト層を露出させてある。p型コンタクト層上には金薄膜をオーミック電極として形成させてある。

【0034】パッケージは予め形成させたリード電極を金型内に配置させ液晶ポリマーを注入硬化させることによりモールドイングさせた。形成されたパッケージは開口部の底面にリード電極の一部が露出しており、リード電極の表面、パッケージの底面及び側面はLEDチップからの光を効率よく反射可能な平滑面としてある。

【0035】パッケージの開口部内に透光性エポキシ樹脂を用いて上述のLEDチップをダイボンディング機器を用いてマウントさせた。LEDチップの各電極とパッケージ開口部内のリード電極とを金線を用いてワイヤボンディングさせ電気的に導通を取ってある。

【0036】光散乱層としてシリコン樹脂100g中にチタン酸バリウム5g及び青色染料を含有させたものを混合攪拌させながらパッケージ開口部内に注入させた。注入後、150℃30分で硬化させて光散乱層を形成させた。形成された光散乱層の高さは、LEDチップの発光層よりも低くなっていたものの端部に薄く光散乱層が這い上がっていた。パッケージの凹部内にはエポキシ樹脂を透光性封止材として120℃2時間で注入硬化させてある。こうしてチップタイプLEDを500個形成して発光特性を調べた。

【0037】比較のために光散乱層を形成しない以外は本発明のチップタイプLEDと同様にして500個のチップタイプLEDを形成させた。

【0038】形成されたチップタイプLEDに電流を供給したところ何れも発光したものの本発明のチップタイプLEDは開口部全体が青色に発光しているのに対し、本発明と比較のために形成させたチップタイプLEDは、LEDチップ近傍が顕著に青く発光している。また、光散乱層を設けなかったチップタイプLEDの平均発光輝度を100として、光散乱層を設けたチップタイ

プLEDは約2割も増して明るく検出された。これにより本発明の発光装置は極めて簡単な構成で発光出力を大幅に向上しうることが分かった。

【0039】

【発明の効果】本発明の構成により、LEDチップから直接前面に反射する反射表面と、透光性封止材により全反射された光を散乱・拡散させ効率的に外部に取り出す光散乱層とに機能分離させる。これにより発光装置からの光取りだし効率を高めるものである。また、複数の異なる発光波長を発光するLEDチップをパッケージ内に配置させる場合、光散乱層により光が均一に広がるため混色性良く発光することができる。

【0040】本発明の請求項2に記載の発光装置により、LEDチップよりの発光に影響を及ぼさずに取り出し効率のみを向上しえる。つまり、発光層の端部より放出される発光輝度を低下させることがない。また、臨界反射される光を選択して外部取りだし効率を高めることができる。

【0041】本発明の請求項3に記載の発光装置により、パッケージ内においてLEDチップが点状に発光することがない。つまり、非点灯時と同様に点灯時においても開口部全体にLEDチップが配置されている如く発光部をより大きく観測することができる。例えば発光素子の発光波長が青色領域であるなら光散乱・拡散性の青色系顔料を光散乱層に加えることで青色系とする等、発光色に対してのみ反射率の高い色とすることもできる。この場合、発光素子の発光色と光散乱層の色を合わせておけば、発光装置の発光色を実際に発光させず目視にて容易に判別することも可能となる。

【0042】本発明の請求項4に記載の発光装置によって、横方向の光放出が多い発光素子の場合、光取りだし効率を飛躍的に向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例によるチップタイプLEDの模式的断面図を示す。

【図2】 本発明と比較のために示すチップタイプLEDにおいて、LEDチップより臨界角以上の角度で出射された光の行路を模式的に示したものである。

【図3】 本発明のチップタイプLEDにおいて、LEDチップより臨界角以上の角度で出射された光の経路を模式的に示したものである。

【図4】 本発明と比較のために示すチップタイプLEDの模式的断面図である。

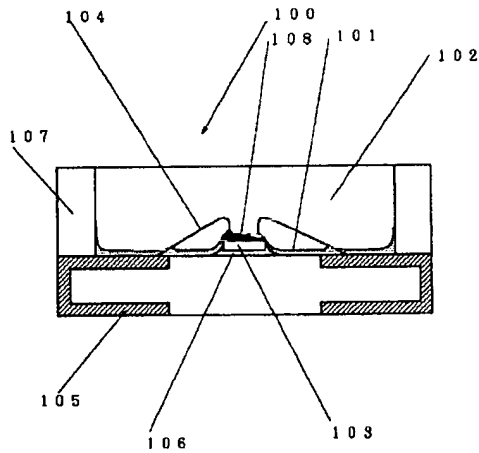
【符号の説明】

- 100・・・発光装置
- 101・・・光散乱層
- 102・・・透光性封止材
- 103・・・LEDチップ
- 104・・・ワイヤ
- 105・・・リード電極

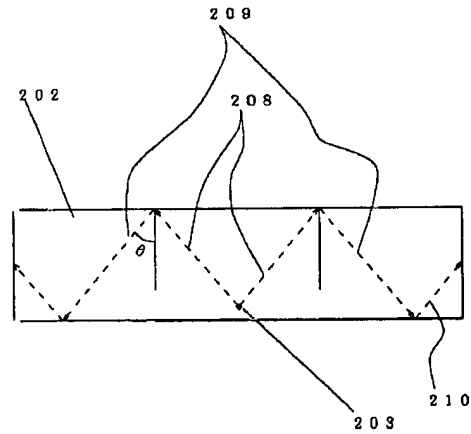
106・・・マウント樹脂
 107・・・パッケージ
 108・・・活性層
 200・・・発光装置
 202・・・透光性樹脂
 203・・・模式的に見たLEDチップの発光点
 208・・・臨界角以上でLEDチップより出射された光
 209・・・臨界角反射された光
 210・・・透光性封止材で繰り返し反射される光
 301・・・光散乱層
 302・・・透光性樹脂
 303・・・模式的に見たLEDチップの発光点

308・・・臨界角以上でLEDチップより出射された光
 309・・・臨界角反射された光
 310・・・拡散及び反射して半球状に放射される光
 311・・・LEDチップから真下方向に向かう光
 400・・・発光装置
 402・・・透光性封止材
 403・・・LEDチップ
 404・・・金線
 405・・・リード電極
 406・・・ダイボンド樹脂
 407・・・パッケージ

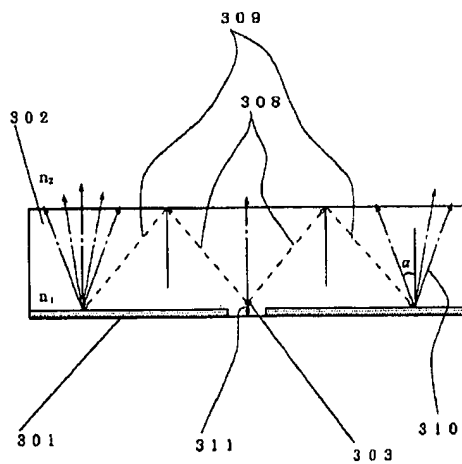
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

